



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Off nlegungsschrift
10 DE 195 07 088 A 1

51 Int. Cl.⁶:
F 23 D 17/00
F 23 R 3/30
F 23 D 11/40

21 Aktenzeichen: 195 07 088.7
22 Anmeldetag: 1. 3. 95
43 Offenlegungstag: 5. 9. 98

DE 195 07 088 A 1

71 Anmelder:
ABB Management AG, Baden, Aargau, CH
74 Vertreter:
Rupprecht, K., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 61476 Kronberg

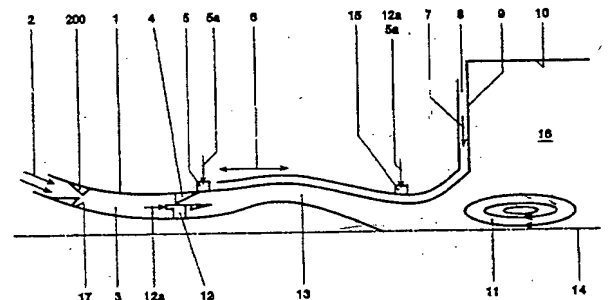
72 Erfinder:
Döbbling, Klaus, Dr., Nussbaumen, CH; Knöpfel,
Hans Peter, Besenbüren, CH; Senior, Peter, Dr.,
Stoney Stanton, Leicestershire, BG; Steinbach,
Christian, Dr., Neuenhof, CH

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE	38 19 899 C1
DE	30 33 988 A1
DE	25 38 512 A1
US	43 56 698
EP	06 19 456 A1
EP	6 19 457 A1
WO	92 21 919 A1

54 Vormischbrenner

57 Bei einem Vormischbrenner (1), der im wesentlichen aus mindestens einem axial oder quasi-axial verlaufenden ringförmigen Kanal für die Zuführung einer Verbrennungsluft (2) besteht, sind innerhalb dieses Kanals anströmungsseitig Wirbel-Generatoren (200) angeordnet, welche der Verbrennungsluft (2) einen Drall aufzwingen. Weiter stromab befinden sich radial angeordnete Brennstoffdüsen (12, 5) zur Eindüsung eines flüssigen (12a) oder gasförmigen (5a) Brennstoffs. In Wirkverbindung mit diesen Brennstoffdüsen (12, 5) wirken dort weitere Drallerzeuger (4), welche insbesondere beim Betrieb des Vormischbrenners (1) mit einem flüssigen Brennstoff (12a) die feine Zerstäubung einleiten. Anschließend folgt eine Verdampfungsstrecke (6), in welcher die endgültige Vergasung des Brennstoffs stattfindet. Der ringförmige Kanal erfährt im Bereich der Brennerfront (9) eine Querschnittserweiterung (10). In diesem Bereich bildet sich auch eine Rückströmzone (11), welche die Stabilisierung der Flammenfront bewirkt. Die Brennstoffeindüsung wird von der Flammenstrahlung geschützt, indem die Verdampfungsstrecke (6) eine Aufwölbung (13) beschreift.



DE 195 07 088 A 1

Technisches Gebiet

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Vormischbrenner gemäß Oberbegriff des Anspruchs 1. Sie betrifft auch ein Verfahren zum Betrieb eines solchen Vormischbrenners.

Stand der Technik

Aus EP-0 321 809 ist ein Brenner bekanntgeworden, der eine vormischartige Verbrennung zuläßt, und sonst noch eine Reihe von Vorzügen aufweist, welche in dieser Druckschrift eingehend gewürdigt sind. Dieser Brenner besteht im wesentlichen aus mindestens zwei hohlen, kegelförmigen, in Strömungsrichtung ineinandergeschachtelten Teilkörpern, deren jeweilige Längssymmetrieachsen zueinander versetzt verlaufen, dergestalt, daß die benachbarten Wandungen der Teilkörper in deren Längserstreckung tangentielle Kanäle für den Einlaß eines Verbrennungsluftstromes in den Brenner bilden. Vorzugsweise wird im von den Teilkörpern gebildeten Hohlraum über eine zentrale Düse ein flüssiger Brennstoff eingedüst, während über die im Bereich der tangentialen Kanäle in Längserstreckung vorhandenen weiteren Düsen ein gasförmiger Brennstoff eingebracht wird. Bei diesem Brenner ergibt sich die Flammenstabilisation im "Premixmode" durch die Zunahme des Dralles entlang des Kegelkörpers. Dies führt am Brenneraustritt, wo bestimmungsgemäß die kritische Drallzahl vorherrscht, verbunden mit der plötzlichen brennraumbedingten Querschnittserweiterung, zu einer Rückströmzone, auch Rückströmblase genannt, auf der Brennerachse. In deren Staupunkt wird die Zündung eingeleitet. Im Teillastbereich, bei bestimmten Konstellationen, können sich jedoch Unzulänglichkeiten bezüglich der Flammenstabilisation ergeben. Das Auftreten solcher Unzulänglichkeiten wird bei diesem Brenner auf zwei Arten gelöst:

1. Indem der Teillastbereich dem tiefsten Premix-Betriebspunkt entspricht, was bei atmosphärisch betriebenen Brennern mit Rauchgasrezirkulation der Fall ist;
2. Indem im Teillastbereich Brennstoff über die Kopfstufe (Brennerachse) beigemischt wird, was bei Gasturbinenbetrieb zur Anwendung gelangt.

Beide Lösungen vermögen indessen nicht immer zu befriedigen, da entweder bei (1) der Druckabfall über den Brenner mit der Last steigt kann, oder bei (2) die NOx-Emissionen durch den Übergang vom Premix- auf Diffusionsmode ansteigen können. Kommt hinzu, daß beim genannten Brenner noch etwa 2% der Luft für die Kühlung der Brennerfront benötigt werden. Diese Luft wird erst im Bereich der Flamme in den Brennraum oder in die Brennkammer eingeleitet und vermischt sich somit nur unvollständige mit dem vorgängig eingedüsten Brennstoff. Dadurch steigt die Flammentemperatur um ca. 20°C: Es besteht hier sonach die latente Gefahr, daß die NOx-Emissionen deswegen ansteigen könnten. Des weiteren muß berücksichtigt werden, daß der Brenner im Vormischbetrieb auch mit einem flüssigen Brennstoff betrieben werden sollte, ohne deswegen höhere Schadstoff-Emissionswerte in Kauf nehmen zu müssen.

Hier will die Erfindung Abhilfe schaffen. Der Erfindung, wie sie in den Ansprüchen gekennzeichnet ist, liegt die Aufgabe zugrunde, bei einem Vormischbrenner und einem Verfahren der eingangs genannten Art eine Konfiguration vorzuschlagen, welche bei einem Betrieb sowohl mit flüssigen als auch gasförmigen Brennstoffen gleichtiefe Schadstoff-Emissionen zu erzeugen vermag. Des weiteren ist es Aufgabe der Erfindung, die Betriebssicherheit des Vormischbrenners zu maximieren.

Der wesentliche Vorteil der Erfindung ist darin zu sehen, daß der Brenner im Vormischbetrieb sowohl mit flüssigen als auch gasförmigen Brennstoffen ohne Veränderung seines Aufbaus unter extrem niedrigen Emissionswerten zu betreiben ist. Somit ist es möglich, die Brennstoffart im Verlaufe des Betriebes nach Bedarf zu ändern, ohne deswegen auf die Konfiguration des Brenners eingreifen zu müssen.

Ein weiterer Vorteil der Erfindung ist darin zu sehen, daß die Kühlung der thermisch hochbelasteten Frontwand des Brenners, nachfolgend Brennerfront genannt, und deren Umgebung durch einen entlang der belasteten Wände strömenden Kühlluftstrom bewerkstelligt wird, dergestalt, daß selbst im Falle eines Flammenrück-schlages der Flamme ins Innere des Brenners keine Zerstörung desselben stattfinden kann.

Der Brenner weist eine einfache geometrische Form auf, wobei die Länge der Verdampfungs- und Mischstrecke entsprechend gewählt werden kann. Nach der Brennstoffzugabe befinden sich im Strömungsfeld keine Einbauten mehr, wodurch die Strömung optimal geführt werden kann. Dadurch, daß die Verdampfungs- und Mischstrecke frei gewählt werden kann, kann sie des weiteren mit einer radialen Ablenkung versehen werden, welche die Mischzone aus der direkten Flammenstrahlung wegnimmt.

Vorteilhafte und zweckmäßige Weiterbildungen der erfindungsgemäßen Aufgabenlösung sind in den weiteren abhängigen Ansprüchen gekennzeichnet.

Im folgenden wird anhand der Figur Ausführungsbeispiele der Erfindung näher erläutert. Alle für das unmittelbare Verständnis der Erfindung nicht erforderlichen Elemente sind fortgelassen. Die Strömungsrichtung der Medien ist mit Pfeilen angegeben. Gleiche Elemente sind in den verschiedenen Figuren mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Es zeigt:

Fig. 1 einen Vormischbrenner von ringförmiger Form,

Fig. 2 eine perspektivische Darstellung eines Wirbel-Generators,

Fig. 3 eine Ausführungsvariante des Wirbel-Generators,

Fig. 4 eine Anordnungsvariante des Wirbel-Generators nach Fig. 3,

Fig. 5 einen Wirbel-Generator im Vormischkanal und Fig. 6—12 Varianten der Brennstoffzuführung im Zusammenhang mit Wirbel-Generatoren.

Wege zur Ausführung der Erfindung, gewerbliche Verwertbarkeit

Die Figur zeigt einen rotationssymmetrischen Vormischbrenner 1, wie dies aus der Mittelachse 14 hervor-

geht. Der Vormischbrenner 1 kann indessen auch aus einem einzelnen Rohr bestehen, oder mehrere Rohre können sich ringartig um die Mittelachse 14 anordnen. Dieser Vormischbrenner 1 ist unter anderen im Bereich der Brennerfront 9 durch einen radial und in Umfangsrichtung verlaufenden Einströmungskanal 8 charakterisiert. Durch diesen Einströmungskanal 8 strömt Kühlluft 7, welche die genannte Brennerfront 9 fortlaufend kühlt. Die Kühlluftströmung wird dann durch eine Umlenkung entlang der Außenschale des Vormischbrenners 1 weitergeführt. Die erwärmte Kühlluft wird nach Beendigung des Kühlprozesses vorzugsweise und an geeigneter Stelle in den Vormischbrenner 1 eingeführt. Die hier vorgesehene Kühlung ist an sich eine Konvektivkühlung, wobei die Rohrführung des Vormischbrenners 1 ohne weiteres in Umfangsrichtung und axial gelocht sein kann, womit dann eine Effusionskühlung resp. eine Filmkühlung zum Tragen kommt. Am Anfang des Vormischbrenners 1 sind Drallkörper 200, im folgenden Wirbel-Generatoren genannt, vorgesehen, welche der einströmenden Verbrennungsluft 2 einen Drall aufzwingen. Auf die Ausführung dieser Wirbel-Generatoren 200 wird in den Fig. 2-12 näher eingegangen. Bei dieser Verbrennungsluft 2 kann es sich um Frischluft oder um ein mit rückgeführtem Rauchgas gebildetes Gemisch handeln, wobei sowohl die Frischluft als auch das Gemisch wahlweise mit einem Brennstoff angereichert sein können. Des weiteren kann die Verbrennungsluft 2 je nach Betriebsart auch kalorisch vorbehandelt sein. Die eigentliche Brennstoffeindüsung in den Vormischbrenner 1 geschieht stromab der genannten Wirbel-Generatoren 200. Beim Betrieb des Vormischbrenners 1 mit einem flüssigen Brennstoff 12a ist im Durchströmungskanal mindestens eine Brennstoffdüse 12 angeordnet, welche vorzugsweise als Zerstäubungsdüse ausgelegt ist. Unmittelbar stromauf dieser Brennstoffdüse 12 ist mindestens ein weiterer Drallerzeuger 4 angeordnet, der gegenüber der unmittelbar stromab vorgenommenen Brennstoffeindüsung axial, radial oder unter einem gewissen Winkel durchströmt wird. Der durch die Brennstoffdüse 12 bereitgestellte flüssige Brennstoff 12a wird durch die aufgrund der Auslegung des Drallerzeugers 4 gerichtete Verbrennungsluft-Strömung fortlaufend eingedrallt, dergestalt, daß hierdurch eine feine Zerstäubung des flüssigen Brennstoffes 12a mit Tropfengrößen $< 20 \mu\text{m}$ entstehen. Der genannte Drallerzeuger 4, wobei auf der inneren Außenwand des Durchflußquerschnittes auch mehrere angeordnet sein können, kann über den Umfang die Form eines Schaufelgitters haben, oder eine entsprechend abgewandelte Form des vorne gewürdigten Brenners nach EP-0 321 809 aufweisen. Selbstverständlich können diese Drallerzeuger 4 nach der Technik der Wirbel-Generatoren 200 aufgebaut sein. Auf die stromauf disponierten Wirbel-Generatoren 200 am Anfang des Vormischbrenners 1 kann unter gewissen Umständen verzichtet werden, wobei anzumerken ist, daß diese im Normalbetrieb durch die dort stattfindende Beschleunigung der Verbrennungsluft 2 eine Verbesserung des nachfolgenden Prozesses bewirken. Diese Wirbel-Generatoren 200 sind innerhalb der Zuströmzone 3 verschiedentlich um die innere und äußere Kanalwand 17 des Durchflußquerschnittes plaziert. Abströmungsseitig der durch die Interdependenz von Brennstoffdüse 12 und Drallerzeuger 4 stattfindenden Zerstäubung des eingegebenen flüssigen Brennstoffes 12a soll eine genügend lange Verdampfungsstrecke 6 vorgesehen werden, damit die Vergasung des flüssigen Brennstoffes 12a vor Erreichen der Brennerfront 9 ab-

geschlossen ist. Die Querschnittsfläche des Vormischbrenners wird ab dem Drallkörper 4 bis zum Ende des Nabenkörpers, also bis im Bereich der Brennerfront 9, vorzugsweise konstant gehalten, danach wird ein Wirbelaufplatzen durch eine diffusorartige Erweiterung und zusätzlich durch eine sprungartige Erweiterung auf den Querschnitt 10 des Brennraumes 16 erreicht. Die sich hier daraus bildende Rückströmzone 11 ermöglicht einen Betrieb des Vormischbrenners 1 auch bei sehr brennstoffarmen Bedingungen. Für den Betrieb mit einem gasförmigen Brennstoff 5a wird der Vormischbrenner 1 in Umfangsrichtung und stromab der nun um die Innenwand des Durchflußquerschnittes disponierten Drallerzeuger 4 mit einer Reihe von Eindüsungslanzen 5 ergänzt, wobei vorzugsweise zu jedem Drallerzeuger 4 eine entsprechende Brennstoffeindüsung vorgesehen wird, dies um das gewünschte Brennstoffverhältnis zu jedem Längswirbel besser zu erreichen. Für den Betrieb in niedriger Teillast können etwa am Ende des Nabenkörpers zusätzliche Brennstoffdüsen 15 für einen flüssigen und/oder gasförmigen Brennstoff 12a, 5a vorgesehen werden. Allgemein ist zu sagen, daß der Vormischbrenner 1 ohne weiteres im Dualbetrieb betrieben werden kann. Stromab der Haupt-Brennstoffeindüszungen 12a, 5a, weist die Querschnittsführung des Vormischbrenners 1 eine radiale Umlenkung im Sinne einer Aufwölbung 13 auf, welche verhindert, daß die Flammestrahlung auf das Brennstoffspray einwirken kann und es entzünden könnte. Da die Brennstoffdüse 12 in der beschriebenen Anordnung mit einem sehr hohen Massenstromverhältnis betrieben wird, läßt sich der erforderliche Vergasungsgrad des flüssigen Brennstoffes 12a ohne weiteres erreichen.

In den Fig. 2, 3 und 4 ist die eigentliche Zuströmzone 3 nicht dargestellt. Dargestellt ist hingegen durch einen Pfeil die Strömung der Verbrennungsluft 2, womit auch die Strömungsrichtung vorgegeben ist. Gemäß diesen Figuren besteht ein Wirbel-Generator 200, 201, 202 im wesentlichen aus drei frei umströmten dreieckigen Flächen. Es sind dies eine Dachfläche 210 und zwei Seitenflächen 211 und 213. In ihrer Längserstreckung verlaufen diese Flächen unter bestimmten Winkeln in Strömungsrichtung. Die Seitenwände der Wirbel-Generatoren 200, 201, 202, welche vorzugsweise aus rechtwinkligen Dreiecken bestehen, sind mit ihren Längsseiten auf der bereits angesprochenen Kanalwand 17 fixiert, vorzugsweise gasdicht. Sie sind so orientiert, daß sie an ihren Schmalseiten einen Stoß bilden unter Einschluß eines Pfeilwinkels α . Der Stoß ist als scharfe Verbindungskante 216 ausgeführt und steht senkrecht zu jeder Kanalwand 17, mit welcher die Seitenflächen bündig sind. Die beiden den Pfeilwinkel α einschließenden Seitenflächen 211, 213 sind in Fig. 4 symmetrisch in Form, Größe und Orientierung, sie sind beidseitig einer Symmetrieachse 217 angeordnet, welche gleichgerichtet wie die Kanalachse ist.

Die Dachfläche 210 liegt mit einer quer zum durchströmten Kanal verlaufenden und sehr schmal ausgebildeten Kante 215 an der gleichen Kanalwand 17 an wie die Seitenflächen 211, 213. Ihre längsgerichteten Kanten 212, 214 sind bündig mit den in den Strömungskanal hineinragenden, längsgerichteten Kanten der Seitenflächen 211, 213. Die Dachfläche 210 verläuft unter einem Anstellwinkel ϵ zur Kanalwand 17, deren Längskanten 212, 214 bilden zusammen mit der Verbindungskante 216 eine Spitze 218. Selbstverständlich kann der Wirbel-Generator 200, 201, 202 auch mit einer Bodenfläche versehen sein, mit welcher er auf geeignete Weise an der

Kanalwand 17 befestigt ist. Eine derartige Bodenfläche steht indessen in keinem Zusammenhang mit der Wirkungsweise des Elementes.

Die Wirkungsweise des Wirbel-Generators 200, 201, 202 ist die folgende: Beim Umströmen der Kanten 212 und 214 wird die Hauptströmung 2 in ein Paar gegenläufiger Wirbel umgewandelt, wie dies in den Figuren schematisch skizziert ist. Die Wirbelachsen liegen in der Achse dieser Hauptströmung. Die Drallzahl und der Ort des Wirbelaufplatzens (Rückströmzone = Vortex Breakdown), sofern letzteres angestrebt wird, werden durch entsprechende Wahl des Anstellwinkels ϵ und des Pfeilwinkels α bestimmt. Mit steigenden Winkeln wird die Wirbelstärke bzw. die Drallzahl erhöht, und der Ort des Wirbelaufplatzens verschiebt sich stromaufwärts bis hin in den Bereich des Wirbel-Generators 200, 201, 202 selbst. Je nach Anwendung sind diese beiden Winkel Θ und α durch konstruktive Gegebenheiten und durch den Prozeß selbst vorgegeben. Angepaßt werden müssen diese Wirbel-Generatoren nur noch bezüglich Länge und Höhe, wie dies weiter unten unter Fig. 5 noch detailliert zur Ausführung gelangen wird.

In Fig. 2 bildet die Verbindungskante 216 der beiden Seitenflächen 211, 213 die stromabwärtsseitige Kante des Wirbel-Generators 200. Die quer zum durchströmten Kanal verlaufende Kante 215 der Dachfläche 210 ist somit die von der Kanalströmung zuerst beaufschlagte Kante.

In Fig. 3 ist ein sogenannter halber "Wirbel-Generator" auf der Basis eines Wirbel-Generators nach Fig. 2 gezeigt. Beim hier gezeigten Wirbel-Generator 201 ist nur die eine der beiden Seitenflächen mit dem Pfeilwinkel $\alpha/2$ versehen. Die andere Seitenfläche ist gerade und in Strömungsrichtung ausgerichtet. Im Gegensatz zum symmetrischen Wirbel-Generator wird hier nur ein Wirbel an der gefeilten Seite erzeugt, wie dies in der Figur versinnbildlicht wird. Demnach liegt stromab dieses Wirbel-Generators kein wirbelneutrales Feld vor, sondern der Strömung wird ein Drall aufgezwungen.

Fig. 4 unterscheidet sich gegenüber Fig. 2 insoweit, als hier die scharfe Verbindungskante 216 des Wirbel-Generators 202 jene Stelle ist, welche von der Kanalströmung zuerst beaufschlagt wird. Das Element ist demnach um 180° gedreht. Wie aus der Darstellung ersichtlich ist, haben die beiden gegenläufigen Wirbel ihren Drehsinn geändert.

Fig. 5 zeigt die grundsätzliche Geometrie eines in einem Kanal 3 eingebauten Wirbel-Generators 200. In der Regel wird man die Höhe h der Verbindungskante 216 mit der Kanalhöhe H , oder der Höhe des Kanalteils, welchem dem Wirbel-Generator zugeordnet ist, so abstimmen, daß der erzeugte Wirbel unmittelbar stromab des Wirbel-Generators 200 bereits eine solche Größe erreicht, dergestalt, daß damit die volle Kanalhöhe H ausgefüllt wird. Dies führt zu einer gleichmäßigen Geschwindigkeitsverteilung in dem beaufschlagten Querschnitt. Ein weiteres Kriterium, das Einfluß auf das zu wählende Verhältnis der beiden Höhen h/H nehmen kann, ist der Druckabfall, der beim Umströmen des Wirbel-Generators 200 auftritt. Es versteht sich, daß mit größerem Verhältnis h/H auch der Druckverlustbeiwert ansteigt.

Die Wirbel-Generatoren 200, 201, 202 werden hauptsächlich dort eingesetzt, wo es darum geht, zwei Strömungen miteinander zu mischen. Die Hauptströmung 2 attackiert in Pfeilrichtung die quergerichtete Kante 215, respektiv die Verbindungskante 216. Die Sekundärströmung in Form eines gasförmigen und/oder flüssigen

Brennstoffes, der allenfalls mit einem Anteil Stützluft angereichert ist, weist einen wesentlichen kleineren Massenstrom als die Hauptströmung auf. Diese Sekundärströmung wird im vorliegenden Fall stromab des Wirbel-Generators in die Hauptströmung eingeleitet, wie dies aus Fig. 1 besonders gut hervorgeht.

Die Wirbel-Generatoren 200 werden mit Abstand zueinander über die äußere und innere Wand des Kanals 3 verteilt. Selbstverständlich können die Wirbel-Generatoren in Umfangersichtung auch so aneinander gereiht werden, daß keine Zwischenräume an der Kanalwand 17 freigelassen werden. Für die Wahl der Anzahl und der Anordnung der Wirbel-Generatoren ist letztlich der zu erzeugenden Wirbel entscheidend.

Die Fig. 6—12 zeigen weitere mögliche Formen der Einführung des Brennstoffes in die Verbrennungsluft-Hauptströmung 2. Diese Varianten können auf vielfältige Weise miteinander und mit einer zentralen Brennstoffeindüsung kombiniert werden.

In Fig. 6 wird der Brennstoff, zusätzlich zu Kanalwandbohrungen 220, die sich stromabwärts der Wirbel-Generatoren befinden, auch über Wandbohrungen 221 eingedüst, die sich unmittelbar neben der Seitenflächen 211, 213 und in deren Längserstreckung in der gleichen Kanalwand 17 befinden, an der die Wirbel-Generatoren angeordnet sind. Die Einleitung des Brennstoffes durch die Wandbohrungen 221 verleiht den erzeugten Wirbeln einen zusätzlichen Impuls, was die Lebensdauer des Wirbel-Generators verlängert.

In Fig. 7 und 8 wird der Brennstoff über einen Schlitz 222 oder über Wandbohrungen 223 eingedüst, wobei sich beide Vorkehrungen unmittelbar vor der quer zum durchströmten Kanal verlaufenden Kante 215 der Dachfläche 210 und in deren Längserstreckung in der gleichen Kanalwand 17 befinden, an der die Wirbel-Generatoren angeordnet sind. Die Geometrie der Wandbohrungen 223 oder des Schlitzes 222 ist so gewählt, daß der Brennstoff unter einem bestimmten Eindüsungswinkel in die Hauptströmung 2 eingegeben wird und den nachplazierten Wirbel-Generator als Schutzfilm allenfalls gegen eine nunmehr heiße Hauptströmung 2 durch Umströmung weitgehend abschirmt.

In den nachstehend beschriebenen Beispielen wird die Sekundärströmung (Vgl. oben) zunächst über nicht gezeigte Führungen durch die Kanalwand 17 ins hohle Innere der Wirbel-Generatoren eingeleitet. Damit wird, ohne weitere Dispositiven vorzusehen, eine interne Kühlmöglichkeit für die Wirbel-Generatoren geschaffen.

In Fig. 9 wird der Brennstoff über Wandbohrungen 224 eingedüst, welche sich innerhalb der Dachfläche 210 unmittelbar hinter und entlang der quer zum durchströmten Kanal verlaufenden Kante 215. Die Kühlung des Wirbel-Generators erfolgt hier mehr extern als intern. Die austretende Sekundärströmung bildet beim Umströmen der Dachfläche 210 eine gegen eine allenfalls heiße Hauptströmung 2 abschirmende Schutzschicht.

In Fig. 10 wird der Brennstoff über Wandbohrungen 225 eingedüst, welche innerhalb der Dachfläche 210 entlang der Symmetrielinie 217 gestaffelt angeordnet sind. Mit dieser Variante werden die Kanalwände 17 besonders gut vor einer allenfalls heißen Hauptströmung 2 geschützt, da der Brennstoff zunächst am Außenumfang der Wirbel eingeführt wird.

In Fig. 11 wird der Brennstoff über Wandbohrungen 226 eingedüst, die sich in den längsgerichteten Kanten 212, 214 der Dachfläche 210 befinden. Diese Lösung

gewährleistet eine gute Kühlung der Wirbel-Generatoren, da der Brennstoff an dessen Extremitäten austritt und somit die Innenwandungen des Elementes voll umspült. Die Sekundärströmung wird hier direkt in den entstehenden Wirbel hineingegeben, was zu definierten Strömungsverhältnissen führt.

In Fig. 12 geschieht die Eindüsung über Wandbohrungen 227, die sich in den Seitenflächen 211 und 213 befinden, einerseits im Bereich der Längskanten 212 und 214, andererseits im Bereich der Verbindungskante 216. Diese Variante ist wirkungsähnlich wie jene aus Fig. 6 (Bohrungen 221) und aus Fig. 11 (Bohrungen 226).

Bezugszeichenliste

1 Vormischbrenner	15
2 Verbrennungsluft, Hauptströmung	
3 Zuströmzone	
4 Drallerzeuger	
5 Eindüsungslanzen	20
5a Gasförmiger Brennstoff	
6 Verdampfungsstrecke	
7 Kühlluft	
8 Kühlluft-Einströmungskanal	
9 Brennerfront	25
10 Brennraumquerschnitt	
11 Rückströmzone	
12 Brennstoffdüsen	
12a Flüssiger Brennstoff	
13 Aufwölbung	30
14 Mittelachse	
15 Brennstoffdüsen	
16 Brennraum	
17 Kanalwand	
200, 201, 202 Wirbel-Generatoren	35
210 Dachfläche	
211, 213 Seitenflächen	
212, 214 Längsgerichtete Kanten	
215 Querverlaufende Kante	40
216 Verbindungskante	
217 Symmetrieachse	
218 Spitze	
220 — 227 Bohrungen zur Eindüsung eines Brennstoffes	
L, h, Abmessungen des Wirbel-Generators	
H Höhe des Kanals	45
α Pfeilwinkel	
Θ Anstellwinkel	

Patentansprüche

1. Vormischbrenner, im wesentlichen bestehend aus mindestens einem axial oder quasi-axial sich erstreckenden rohrförmigen Kanal für die Zuführung einer Verbrennungsluft, aus innerhalb des rohrförmigen Kanals angeordneten Mitteln zur Erzeugung einer Drallströmung und aus Düsen zur Einbringung eines Brennstoffes, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittel zur Erzeugung einer Drallströmung im von der Verbrennungsluft (2) durchströmten Kanal (3) Wirbel-Generatoren (4, 200, 201, 202) sind, daß der Vormischbrenner (1) radial angeordnete Düsen (5, 12) zur Einbringung eines flüssigen (12a) oder gasförmigen (5a) Brennstoffes aufweist, daß die Düsen (5, 12) in Wirkverbindung mit mindestens einem Wirbel-Generator (4, 200, 201, 202) stehen, daß abströmungsseitig der Düsen (5, 12) eine bis zur Brennerfront (9) des Vormischbrenners (1) verlaufende Verdampfungsstrecke (6) vorhanden

ist.

2. Vormischbrenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Verdampfungsstrecke (6) in axialer Ebene gegenüber dem Brennraum (16) eine in radialer Richtung absteigende Aufwölbung (13) aufweist.

3. Vormischbrenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Verdampfungsstrecke (6) unter einem Querschnittssprung (10) in den Brennraum (16) übergeht.

4. Vormischbrenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Brennerfront (9) mit einer Kühlluft (7) gekühlt ist.

5. Vormischbrenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Vormischbrenner (1) einen ringförmigen Durchflußquerschnitt aufweist.

6. Brennkammer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein Wirbel-Generator (200) drei frei umströmte Flächen aufweist, die sich in Strömungsrichtung erstrecken, von denen eine die Dachfläche (210) und die beiden anderen die Seitenflächen (211, 213) bilden, daß die Seitenflächen (211, 213) mit einem gleichen Wandsegment (17) des Kanals (3) bündig sind und miteinander den Pfeilwinkel (α) einschließen, daß die Dachfläche (210) mit einer quer zum durchströmten Kanal (3) verlaufende Kante (215) am gleichen Wandsegment des Kanals (3) anliegt wie die Seitenflächen (211, 213), und daß längsgerichtete Kanten (212, 214) der Dachfläche (210) bündig mit den in den Kanal (3) hineinragenden längsgerichteten Kanten der Seitenflächen (211, 213) sind und unter einem Anstellwinkel (Θ) zum Wandsegment des Kanals (3) verlaufen.

7. Brennkammer nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden den Pfeilwinkel (α) einschließenden Seitenflächen (211, 213) des Wirbel-Generators (200) symmetrisch um eine Symmetrieachse (217) angeordnet sind.

8. Brennkammer nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden den Pfeilwinkel (α , $\alpha/2$) einschließenden Seitenflächen (211, 213) eine Verbindungskante (116) miteinander umfassen, welche zusammen mit den längsgerichteten Kanten (212, 214) der Dachfläche (210) eine Spitze (218) bilden, und daß die Verbindungskante (216) in der Radiale des kreisförmigen Kanals (5) liegt.

9. Brennkammer nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Verbindungskante (216) und/oder die längsgerichteten Kanten (212, 214) der Dachfläche (210) zumindest annähernd scharf ausgebildet ist.

10. Brennkammer nach den Ansprüchen 1, 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Symmetrieachse (217) des Wirbel-Generators (200) parallel zur Kanalachse verläuft, daß die Verbindungskante (216) der beiden Seitenflächen (211, 213) die stromabwärtige Kante des Wirbel-Generators (200) bildet, und daß die quer zum durchströmten Kanal (3) verlaufende Kante (215) der Dachfläche (210) die von der Verbrennungsluft (2) zuerst beaufschlagte Kante ist.

11. Brennkammer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Verhältnis Höhe (h) des Wirbel-Generators zur Höhe (H) des Kanals (3) so gewählt ist, daß der erzeugte Wirbel unmittelbar stromab des Wirbel-Generators (200) die volle Höhe (H) des Kanals (3) und die volle Höhe (h) des

dem Wirbel-Generator (200) zugeordneten Kanalteils ausfüllt.

12. Verfahren zum Betrieb eines Vormischbrenners nach Anspruch 1, im wesentlichen bestehend aus mindestens einem axial oder quasi-axial sich erstreckenden rohrförmigen Kanal für die Zuführung einer Verbrennungsluft, aus innerhalb des rohrförmigen Kanals angeordneten Mittel zur Erzeugung einer Drallströmung und aus Düsen zur Einbringung eines Brennstoffes, dadurch gekennzeichnet, daß der Vormischbrenner mit einem flüssigen (12a) oder gasförmigen (5a) Brennstoff betrieben wird, daß die Düse (12) für den flüssigen Brennstoff (12a) direkt mit mindestens einem Drallerzeuger (4) zur Bildung einer minimierten Zerstäubung des eingedüsten flüssigen Brennstoffes (12a) operiert, daß die Düse (5) für den gasförmigen Brennstoff (5a) mit denselben und/oder weiteren Drallerzeugern (200, 201, 202) operiert, daß das brennfähige Gemisch über eine anschließende Verdampfungsstrecke (6) optimiert wird, und daß sich am Ende des Vormischbrenners (1) am Übergang zum Brennraum (16) durch eine sich dort bildende Rückströmzone (11) die Flammenfront stabilisiert wird.

13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Betrieb des Vormischbrenners (1) in niedriger Teillast durch innerhalb der Verdampfungsstrecke (6) angeordnete weitere Brennstoffdüsen (15) aufrechterhalten wird.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

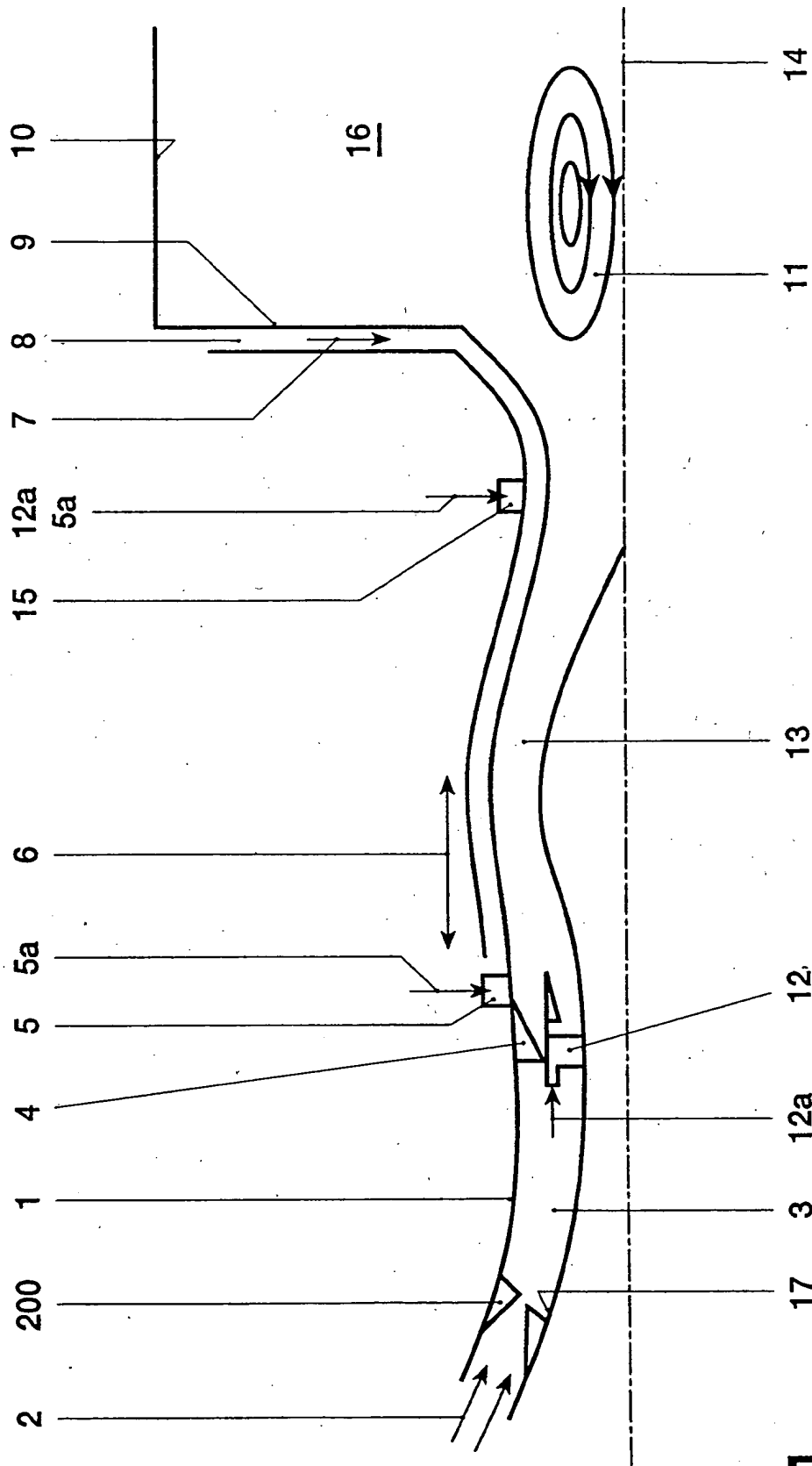


FIG. 1

FIG. 5

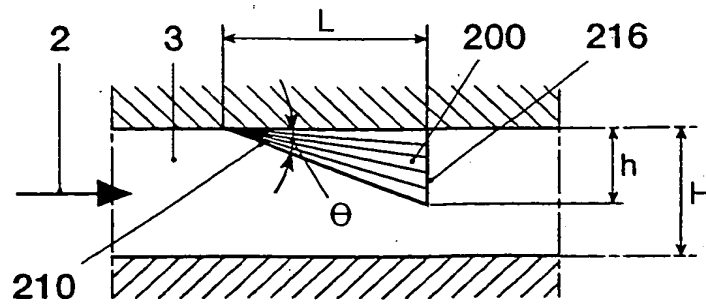


FIG. 2

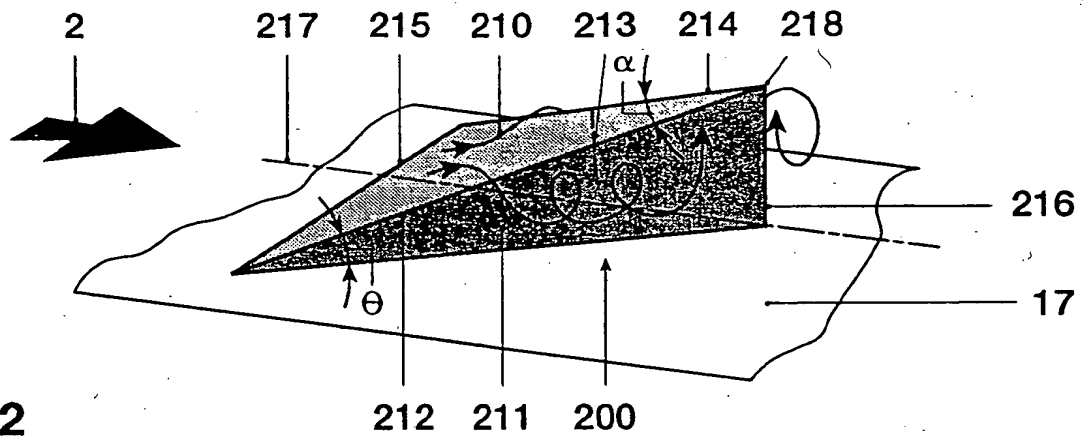


FIG. 3

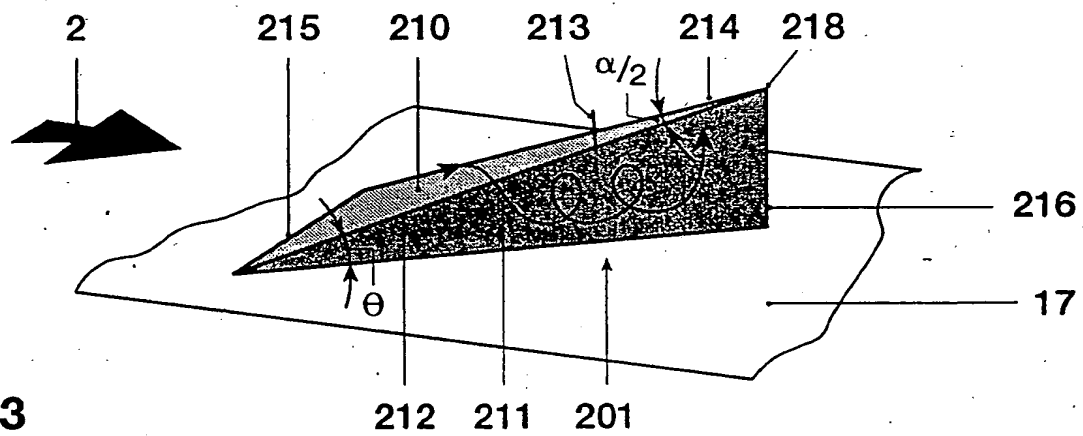


FIG. 4

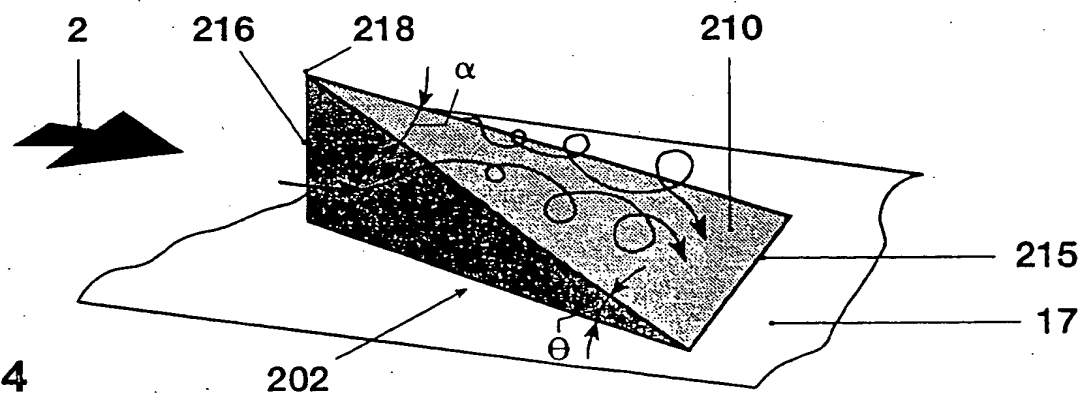


FIG. 7

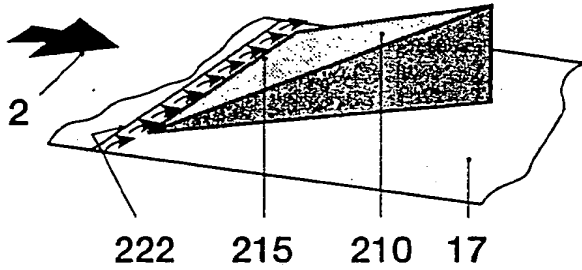


FIG. 6

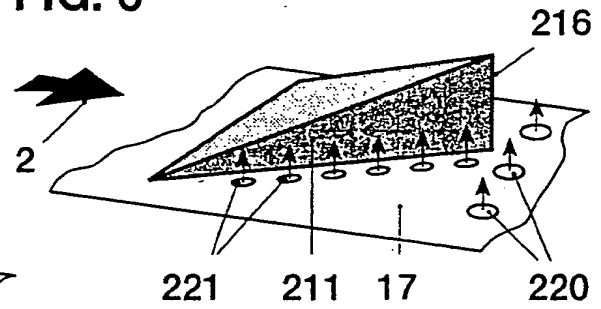


FIG. 8

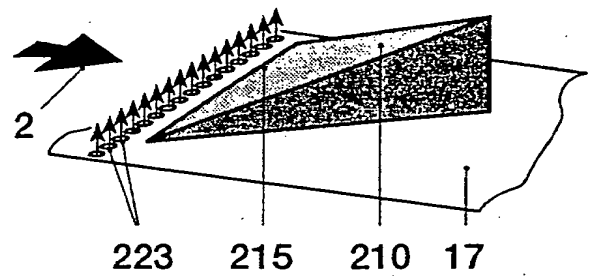


FIG. 9

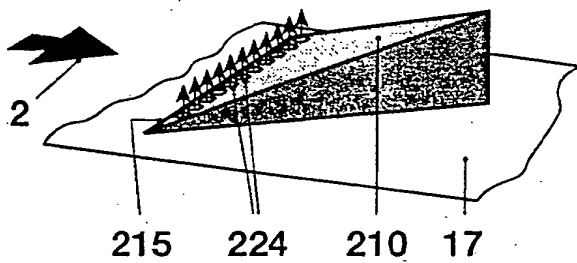


FIG. 10

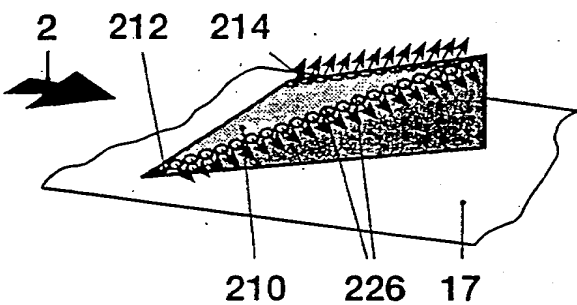
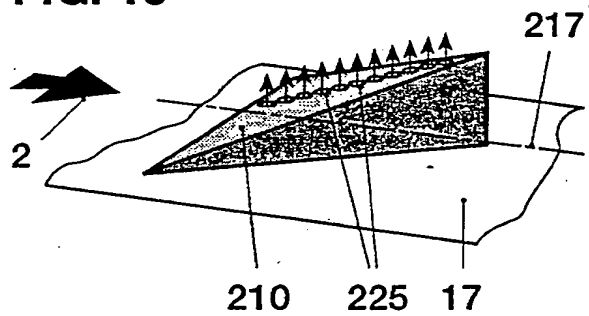


FIG. 11

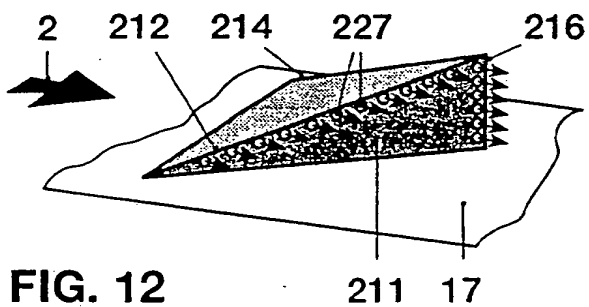


FIG. 12